

Docket No.: HSI-0002

PATENT

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of :  
Sang-Dae KIM, Yoon-Soo HAN :  
and Yoon-Heung TAK :  
Serial No.: New U.S. Patent Application :  
Filed: November 19, 2003 :  
Customer No.: 34610 :

For: **HIGHLY EFFICIENT ORGANIC ELECTROLUMINESCENT DEVICE**

**TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

U.S. Patent and Trademark Office  
2011 South Clark Place  
Customer Window  
Crystal Plaza Two, Lobby, Room 1B03  
Arlington, Virginia 22202

Sir:

At the time the above application was filed, priority was claimed based on the following application:

Korean Patent Application No. 2002-72441 filed November 20, 2002.

A copy of each priority application listed above is enclosed.

Respectfully submitted,  
FLESHNER & KIM, LLP

Daniel Y.J. Kim  
Registration No. 36,186

P.O. Box 221200  
Chantilly, Virginia 20153-1200  
703 502-9440 DYK/dak

**Date: November 19, 2003**

**Please direct all correspondence to Customer Number 34610**

## **KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE**

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

**Application Number : 2002-72441**

**Date of Application : November 20, 2002**

**Applicant(s) : LG Electronics Inc.**

**COMMISSIONER**



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원번호 : 10-2002-0072441  
Application Number

출원년월일 : 2002년 11월 20일  
Date of Application NOV 20, 2002

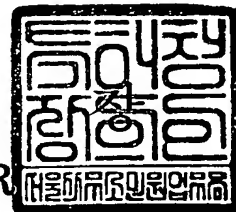
출원인 : 엘지전자 주식회사  
Applicant(s) LG Electronics Inc.



2003 년 10 월 27 일

특 허 청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0010
【제출일자】	2002.11.20
【발명의 명칭】	고효율의 유기 전계 발광 소자
【발명의 영문명칭】	High efficient organic electroluminescent device
【출원인】	
【명칭】	엘지전자 주식회사
【출원인코드】	1-2002-012840-3
【대리인】	
【성명】	최규팔
【대리인코드】	9-1998-000563-8
【포괄위임등록번호】	2002-035615-8
【대리인】	
【성명】	조희연
【대리인코드】	9-2000-000220-0
【포괄위임등록번호】	2002-035616-5
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김상대
【성명의 영문표기】	KIM, Sang Dae
【주민등록번호】	720916-1489612
【우편번호】	706-781
【주소】	대구광역시 수성구 신매동 580 시지청솔타운 218동 904호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	한윤수
【성명의 영문표기】	HAN, Yoon Soo
【주민등록번호】	680803-1796533
【우편번호】	718-840
【주소】	경상북도 칠곡군 북삼면 인평리 화성타운 102동 104호
【국적】	KR

## 【발명자】

【성명의 국문표기】

탁윤희

【성명의 영문표기】

TAK, Yoon Heung

【주민등록번호】

571221-1074412

【우편번호】

730-765

【주소】

경상북도 구미시 비산동 강변보성타운아파트 106동 1202호

【국적】

KR

## 【심사청구】

청구

## 【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인

최규팔 (인) 대리인

조희연 (인)

## 【수수료】

【기본출원료】

20 면 29,000 원

【가산출원료】

0 면 0 원

【우선권주장료】

0 건 0 원

【심사청구료】

5 항 269,000 원

【합계】

298,000 원

## 【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)\_1통

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 고효율의 유기 전계 발광 소자, 더욱 구체적으로는 양극(제 1 전극)과 음극(제 2 전극), 및 그 사이에 호스트 재료와 불순물로 이루어진 도핑 영역과, 상기 도핑영역에 접하며 상기 호스트 재료만으로 형성되어 홀블로킹 역할을 수행하는 비도핑영역으로 구성되는 발광층을 함유하는 하나 이상의 유기층으로 이루어지는 유기 전계 발광 소자, 및 그의 제조방법을 제공하는 것이다. 본 발명에 따른 소자는 별도의 유기 물질을 이용하여 홀블로킹층을 형성하지 않아 저단가와 공정성의 향상을 지니면서 고효율의 유기 전계 발광 소자의 제조를 가능케 한다

**【대표도】**

도 2a

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

고효율의 유기 전계 발광 소자 {High efficient organic electroluminescent device}

## 【도면의 간단한 설명】

도 1a는 일반적인 유기 전계 발광 소자의 구조 단면도이다.

도 1b 및 도 1c는 종래의 홀블로킹층의 위치를 나타내는 유기 전계 발광 소자의 구조 단면도이다.

도 2a는 본 발명에 따른 고 발광 효율을 갖는 유기 전계 발광 소자의 구조 단면도이다.

도 2b는 본 발명에 따른 유기 전계 발광 소자의 각 구성 층별 에너지 다이어그램도이다.

도 3은 비교예 1 및 2와 본 발명의 실시예 1의 유기 전계 발광 소자의 전류밀도-전압 특성도이다.

도 4는 비교예 1 및 2와 본 발명의 실시예 1의 유기 전계 발광 소자의 전류밀도-휘도 특성도이다.

도 5는 비교예 1 및 2와 본 발명의 실시예 1의 유기 전계 발광 소자의 발광효율-휘도 특성도이다.

## &lt;도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명&gt;

1, 10 : 유리기판    2, 20 : 양극

3, 30 : 정공주입층    4, 40 : 정공수송층

5 : 발광층    6, 70 : 전자수송층

7, 80 : 전자주입층    8, 90 : 음극

9 : 홀블로킹층    50 : 도핑 형태의 발광층

60 : 비도핑 형태의 발광층

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<15> 본 발명은 고효율의 유기 전계 발광 소자(organic electroluminescent device : OELD), 보다 상세하게는 양극(제 1 전극)과 음극(제 2 전극), 및 그 사이에 호스트 재료와 불순물로 이루어진 도핑 영역과, 상기 도핑영역에 접하며 상기 호스트 재료만으로 형성되어 홀블로킹 역할을 수행하는 비도핑영역으로 구성되는 발광층을 함유하는 하나 이상의 유기층으로 이루어지는 유기 전계 발광 소자, 및 그의 제조방법에 관한 것이다.

<16> 최근 정보 통신 산업의 발달이 가속화됨에 따라 가장 중요한 분야의 하나인 디스플레이 소자 분야에 있어서 보다 고도의 성능이 요구되고 있다. 이러한 디스플레이는 발광형과 비발광형으로 나눌 수 있다. 발광형에 속하는 디스플레이로는 음극선관(Cathode Ray Tube: CRT), 전계 발광 소자(Electroluminescence Display: ELD), 전기 발광 다이오우드(Light Emitting Diode: LED), 플라즈마 소자 패널(Plazma Display Panel: PDP) 등이 있다. 그리고, 비발광형 디스플레이로는 액정디스플레이(Liquid Crystal Display: LCD) 등이 있다.

<17> 상기한 발광형 및 비발광형 디스플레이는 작동 전압, 소비 전력, 밝기 즉 휘도, 콘트라스트, 응답속도, 수명 그리고 표시액 등의 기본 성능을 가지고 있다. 그런데, 이 중에서 현재까지 많이 쓰이고 있는 액정 디스플레이는 상기한 기본 성능 중에서 응답속도, 콘트라스트 및 시각 의존성에 대하여 문제점을 가지고 있다. 이러한 상황 속에서 발광 다이오우드를 이용한



디스플레이는 응답속도가 빠르며, 자기 발광형이기 때문에 배면광(back light)이 필요 없으며, 휘도가 뛰어날 뿐만 아니라 여러 가지 장점을 가지고 있어 액정 디스플레이의 문제점을 보완한 차세대 디스플레이 소자로서의 자리를 차지할 수 있을 것으로 전망되고 있다.

- <18> 발광 다이오드는 주로 결정 형태를 갖는 무기 재료가 사용되기 때문에 대면적의 전계 발광 소자에 적용하기가 어렵다. 또한, 무기 재료를 이용한 전계 발광 소자의 경우 구동 전압이 200 V 이상 필요하고, 가격 또한 고가인 단점이 있다. 그러나, 1987년 이스트만 코닥(Eastman Kodak)에서 알루미나 퀴논(alumina quinone)이라는  $\pi$ -공액 구조를 갖는 재료로 제작된 소자가 발표된 이래로 유기물을 이용한 전계 발광 소자의 연구가 활발해졌다.
- <19> 전계 발광 소자(electroluminescence device : EL device)는 발광층(emitter layer) 형성용 재료에 따라 무기 전계 발광 소자와 유기 전계 발광 소자로 구분된다.
- <20> 유기 전계 발광 소자는 형광성 유기화합물을 전기적으로 여기하여 발광시키는 자발광형 소자로 무기 전계 발광 소자에 비해 휘도, 구동 전압 및 응답 속도 특성이 우수하고 다색화가 가능하다는 장점을 가지고 있다.
- <21> 또한, 이 소자는 수볼트의 저전압 직류 인가에서 발광하는 전도체 소자로 고휘도, 고속 응답, 광시야각, 면발광, 박형으로서 다색 발광이 가능하다는 우수한 특징을 가지고 있다.
- <22> 유기 전계 발광 소자는 다른 디스플레이어에서는 찾아볼 수 없는 특징을 갖고 있어 풀-칼라 플랫 패널 디스플레이어에서 응용이 기대되고 있다.
- <23> 유기 전계 발광소자는 1987년에 C. W. Tang 등이 최초로 실용적인 소자 성능을 보고하였다(Applied Physics Letters 제51권 12호 913-915 페이지 (1987년)). 여기서 이들은 유기층으로서 디아민 유도체에서 얻어지는 박막(정공 수송층)과 트리(8-퀴놀리놀레이토)알루미늄(이하

Alq3로 약칭함)에서 얻어지는 박막(전자 수송성 발광층)을 적층한 구조를 고안하였다. 이와 같은 적층 구조를 사용함으로써 전극에서 유기층으로의 전자와 정공의 주입 장벽을 저하시키고, 또한 유기층 내부에 있어서 전자와 정공의 재결합 확률을 증가시키는 것이 가능하다.

<24> 그 후, C. Adachi 등이 정공 수송층, 발광층, 전자 수송층의 3층 구조(Japanese Journal of Applied Physics 제 27권 2호 L269-L271페이지(1988년)) 및 정공 수송성 발광층, 전자 수송층에서 얻어지는 2층 구조(Applied Physics Letter 제55권 15호 1489-1491페이지(1989년))의 유기층을 갖는 유기 전계 발광 소자를 고안하고, 재료 및 그 조합에 적합한 다층 구조를 구축함으로써 소자 특성을 최적화할 수 있음을 나타내었다.

<25> 유기 전계 발광 소자는 제 1 전극 (양극)과 제 2 전극(음극), 유기 발광 매체로 구성될 수 있다. 상기 유기 발광 매체는 적어도 두개의 분리된 유기층, 즉 소자에 있어서 전자를 주입하고 수송하는 하나의 층과 정공을 주입하고 수송하는 영역을 형성하는 하나의 층을 포함하며, 이외에도 얇은 유기 필름의 다중층이 더욱 포함될 수 있다. 상기 전자를 주입하고 수송하는 층과 정공을 주입하고 수송하는 층은 각각 전자 주입층, 전자 수송층 및 정공 주입층, 정공 수송층으로 나뉘어질 수도 있다. 또한 유기 발광 매체는 상기 전자 주입 수송층과 상기 정공 주입 수송층 외에 발광층을 더욱 포함하여 구성될 수 있다.

<26> 간단한 구조의 유기 전계 발광 소자는 제 1 전극/전하수송층 및 발광층/제 2 전극으로 구성될 수 있다. 또한 각 유기 기능층을 분리하여 제 1 전극/정공 주입층/정공 수송층/발광층/전자 수송층/전자 주입층/제 2 전극으로 유기 전계 발광 소자를 구성할 수 있다.

<27> 상술한 바와 같은 구조를 갖는 유기 전계 발광 소자의 구동 원리는 다음과 같다.

- <28>      상기 양극 및 음극 간에 전압을 인가하면 양극으로부터 주입된 홀(정공)은 정공수송층을 경유하여 발광층에 이동된다. 한편, 전자는 음극으로부터 전자 수송층을 경유하여 발광층에 주입되고, 발광층 영역에서 캐리어들이 재결합하여 엑시톤(exiton)을 생성한다. 이 엑시톤이 여기 상태에서 기저 상태로 변화되고, 이로 인하여 발광층의 형광성 분자가 발광함으로써 화상이 형성된다.
- <29>      일반적인 유기 전계 발광 소자의 제작과정을 도 1을 참조하여 설명하면 다음과 같다.
- <30>      도 1a는 일반적인 유기 전계 발광 소자의 구조 단면도이다. 도 1a에 도시된 바와 같이, 유리기판(1)위에 양극(2) 물질이 형성된다. 이때 양극(2) 물질로는 일반적으로 ITO(Indium Tin Oxide)를 사용한다. 양극(2)물질 상에 정공주입층(HIL: Hole Injecting Layer)(3) 혹은 정공수송층(HTL: Hole Transporting Layer)(4)을 단독으로 형성시키거나, 정공주입층(3)과 정공수송층(4) 모두를 차례대로 형성시킬 수도 있다.
- <31>      이때 정공주입층(3)으로서는 구리 프탈로시아닌(Copper(II) Phthalocyanine)이, 정공수송층(4)로서는 N,N-디(나프탈렌-1-일)-N,N'-디페닐벤지딘(Diphenylbenzidine)이 주로 이용된다.
- <32>      발광층(5)는 정공주입층(3) 또는 정공수송층(4) 상부에 형성된다. 특히 발광층(5)로는 필요에 따라 발광물질이 단독으로 사용되거나 호스트 재료에 소량의 불순물이 도핑되어 사용될 수 있으며, 이로써 발광의 고효율화나 발광색의 변조가 가능하게 된다. 예를 들어, 녹색광의 경우 유기 발광층(5)으로는 트리스(tris)(8-히드록시퀴놀레이트(hydroxyquinolate) 알루미늄 [Alq3]이 단독으로 사용되거나, Alq3과 같은 호스트에 N-메틸퀴나크리돈(methylquinacridone)과 같은 물질이 도핑되어 사용된다.

- <33> 이어 발광층(5) 상부에 전자수송층(6) 또는 전자주입층(7)이 독립적이거나 연속적으로 형성되며, 그 상부에는 알루미늄과 같은 음극(8)이 형성됨으로써 유기 전계 발광 소자가 완성된다. 일반적으로 전자수송층으로는 Alq3을 사용하고, 전자주입층으로는 알칼리 금속 유도체를 사용한다.
- <34> 양극(2)과 음극(8)으로부터 각각 주입된 정공과 전자는 발광층(5)에서 재결합되어 발광한다. 이 때, 정공수송층(4)과 발광층(5) 사이 또는 발광층(5)과 전자수송층(6) 사이에 정공의 이동을 억제하는 홀블로킹층(9)을 형성함으로써 발광 효율을 개선시키기도 한다 (도 1b 및 도 1c 참조). 홀블로킹층이란 이동하는 정공이 발광층에 오래 머물도록 하기 위해 발광층 계면에 접하여 형성시키는 층으로서 발광층에 정공이 오래 머물수록 전자와 재결합하는 수가 많아 발광효율이 증가되게 된다. 이와 같이 홀블로킹층을 형성하여 발광효율을 개선시킨 예로는 일본 공개 특허 번호 제 1996-109373호를 들 수 있다. 이 특허에서는 트리페닐 아민 스티릴 유도체를 합성한 후 이를 홀블로킹층으로 사용한 고효율 및 구동 안정성이 높은 유기 전계 발광 소자를 소개하고 있다.
- <35> 그러나 전술한 방법에 따르면 블로킹층으로 새로운 구조의 물질을 적용함으로써, 증착 공정에 의해 제작되는 유기 전계 발광 소자의 공정상의 어려움이 야기될 뿐 아니라, 고가의 새로운 유기물을 사용함으로 인해 단가 상승 등의 문제가 야기되고 있다.
- 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】**
- <36> 따라서, 본 발명자들은 위와 같은 문제를 해결하고자 연구를 한 결과, 별도의 재료와 공정으로 홀블로킹층을 형성하지 않고 발광층 내에 도핑과 비도핑 형태를 지닌 발광층을 형성시켜 비도핑 영역의 발광층 자체가 홀블로킹 역할을 할 수 있게 한다면 종래의 유기 전계 발광 소자의 문제점이 해결되면서 동시에 기존의 유기 전계 발광 소자의 구조를 크게 변화시키지 않

고 제작이 가능하며 그 제조 단가가 크게 저하되면서 발광효율을 높일 수 있음을 알아내어 본 발명을 완성시켰다.

### 【발명의 구성 및 작용】

- <37> 본 발명은 고효율의 유기 전계 발광 소자에 관한 것으로, 보다 상세하게는 양극(제 1 전극)과 음극(제 2 전극), 및 그 사이에 호스트 재료와 불순물로 이루어진 도핑 영역과, 상기 도핑영역에 접하며 상기 호스트 재료만으로 형성되어 홀블로킹 역할을 수행하는 비도핑영역으로 구성되는 발광층을 함유하는 하나 이상의 유기층으로 이루어지는 발광색 및 발광 효율이 크게 향상되고 실제 생산 공정상의 간편함 등의 잇점을 갖는 유기 전계 발광 소자 및 그의 제조방법을 제공하고자 하는 것이다.
- <38> 본 발명의 유기 전계 발광 소자는 기판 위에 양극, 정공주입층 및 정공수송층을 순차적으로 형성시킨 후, 도핑 형태의 발광층을 일정 두께 형성시킨 다음 불순물(도판트)의 증착을 억제시키면서 호스트 재료 만을 이용하여 일정 두께의 비도핑 형태의 홀블로킹 역할을 수행할 수 있는 발광층을 형성시키고, 이어 그 위에 순차적으로 전자수송층, 전자주입층 및 음극을 형성시켜 제조되는 것을 특징으로 한다.
- <39> 바람직하게는, 본 발명의 유기 전계 발광 소자는 기판 위에 양극 물질 및 정공 관련층을 순차적으로 형성한 후 발광층 형성시 도핑되는 영역과 도핑되지 않는 영역을 나누어 발광층을 형성시킨 뒤, 이어 전자관련층 및 음극을 형성하여 제조함에 그 특징이 있다.
- <40> 상기와 같은 특징을 갖는 본 발명의 고 발광효율을 갖는 유기 전계 발광 소자의 한 실시태양은 도 2a에 도시되어 있으며, 도 2a를 참조하여 본 발명의 대표적인 유기 전계 발광 소자의 제조 과정을 설명하면 다음과 같다.

- <41> 먼저 기판(10) 위에 양극(20), 정공주입층(30) 및 정공수송층(40)을 순차적으로 형성시킨 후, 도핑 형태의 발광층(50)을 일정 두께 형성시킨 다음 불순물(도판트)의 증착을 억제시키면서 호스트 재료 만을 이용하여 일정 두께의 비도핑 형태의 홀블로킹 역할을 수행할 수 있는 발광층(60)을 형성시킨다. 이어 그 위에 순차적으로 전자수송층(70), 전자주입층(80) 및 음극(90)을 형성시켜 유기 전계 발광 소자를 제작한다.
- <42> 본 발명의 유기 전계 발광 소자는 재료의 특성에 따라 전자 및 정공 관련 주입층 및/또는 수송층을 포함하지 않을 수도 있다. 발광층은 빛을 내는 기능을 하지만 전자 혹은 정공을 운반하는 기능도 함께 하는 것이 대부분이다.
- <43> 상기 본 발명의 구성에 있어서 도핑 영역의 발광층(50)의 이온화 포텐셜 에너지는 불순물(Dopant)에 의해 호스트 재료가 가지는 고유의 이온화 포텐셜 에너지보다 감소하게 되고, 전자친화도의 증가를 야기시킨다. 그러나 비도핑 영역의 발광층(60)은 불순물(도판트)이 혼합되지 않기 때문에 이온화 포텐셜 에너지와 전자친화도의 변화는 발생하지 않는다. 이로 인해 도핑 영역의 발광층(50)을 통과한 정공이 비도핑 영역의 발광층(60)의 계면에 이르러 전자수송층(70)으로 빨리 유입되지 못하고 정공 이동이 방해를 받아 발광층(50, 60)내에서 장시간 체류하게 된다. 이때 음극으로부터 주입되어 전자수송층(70)을 통과하여 발광층(60)으로 주입된 전자가 정공과 재결합하게 됨으로써 발광 효율을 극대화시킬 수 있게 되는 것이다. 이상의 설명의 이해를 돕기 위하여 각 층별 에너지 다이어그램을 도 2b에 도시하였다.
- <44> 비도핑 영역의 발광층(60) 재료가 홀블로킹 역할을 수행하기 위해서는 그의 이온화 포텐셜 에너지가 발광층(60)에 인접한 유기층, 구체적으로는 전자수송층(70)의 이온화 포텐셜 에너지보다 큰 것이 바람직하다 (도 2b 참조). 또 비도핑 영역의 발광층의 막두께를 불필요하게 크게 하면, 도핑 특성이 어느 임계점에 이르러 발광층이 비도핑화되어 도핑 효과를 볼 수 없어 발광



특성 향상에 도움을 줄 수 없게 되므로 때문에 상기 비도핑 영역의 발광층의 두께는 도핑 영역의 발광층 두께 대비 동등 혹은 그보다 얇은 두께를 가지는 것이 바람직하며, 비도핑 영역의 두께는 재료에 따라 달라질 수 있으나, 특히 1~15nm 사이가 바람직하다.

<45> 이하 본 발명을 실시예를 들어 구체적으로 설명하지만, 본 발명은 이하의 실시예로 한정되는 것은 아니다.

<46> [실시예]

<47> [비교예 1]

<48> ITO가 증착된 유리 기판상에 정공주입층 및 정공수송층으로서 구리 프탈로시아닌(Copper(II) Phthalocyanine)과 N,N-디(나프탈렌-1-일)-N,N'-디페닐벤지딘(diphenylbenzidine)을  $5 \times 10^{-6}$  torr 진공하에서 각각 25nm 두께로 도포하였다. 다음에 호스트로서 DPVBi(4,4'-bis(2,2-diphenylvinyl)biphenyl)를 사용하고 불순물(도판트)로서 페릴렌 유도체인 2,5,8,11-tetra-tertbutylperylene을 사용하여 공증착하여 30nm의 발광층을 형성시켰다. 이어 그 위에 Alq3를 40nm 두께로 증착하여 전자수송층을 형성시킨 후, 음극으로서 알루미늄을 150nm 두께로 전자수송층 위에 증착하여 유기 전계 발광 소자를 완성하였다.

<49> [실시예 1]

<50> ITO가 증착된 유리 기판상에 정공주입층 및 정공수송층으로서 구리 프탈로시아닌과 N,N-디(나프탈렌-1-일)-N,N'-디페닐벤지딘을  $2 \times 10^{-6}$  torr 진공하에서 각각 25nm 두께로 형성시켰다. 다음에 호스트로서 DPVBi(4,4'-bis(2,2-diphenylvinyl)biphenyl)를 사용하고, 불순물(도판트)로서 페릴렌 유도체인 2,5,8,11-tetra-tertbutylperylene을 사용하여 공증착하여 먼저 도핑 영역의 발광층을 15nm 두께로 형성시킨 후, 연속적으로 불순물(도판트)의 증착원에 해당

하는 셔터를 닫아 상기 호스트 재료만을 사용하여 15nm 두께의 비도핑 영역의 발광층을 추가로 형성시켰다. 이어 Alq3를 40nm 두께로 증착하여 전자수송층을 형성한 후, 음극으로서 알루미늄을 150nm 두께로 증착하여 유기 전계 발광 소자를 완성하였다.

### 【발명의 효과】

<51>       상기 실시예 1 및 비교예 1에서 제조한 소자의 발광 특성을 건조 공기 중에서 측정하였으며, 그 측정 결과를 표 1 및 도 3 내지 도 5에 각각 나타내었다. 도 3에서 도시되어 있듯이 실시예 1 및 비교예 1에서 제조한 소자의 전류밀도-전압 특성을 비교한 결과 홀블로킹층이 없는 비교예 1의 소자의 초기전압보다 홀블로킹층의 역할을 수행하는 박막의 비도핑 발광층을 도입한 실시예 1의 소자의 초기전압이 더 낮았다.

<52>       또한 전류밀도-휘도특성을 비교하면(도 4 참조) 박막의 비도핑 발광층이 도입된 본 발명에 따른 실시예 1의 소자가 홀블로킹층이 없는(비교예 1) 소자 보다 동일 휘도하에서 전류밀도가 낮았다. 이것은 소정 두께의 박막 형태인 비도핑 발광층이 홀블로킹층으로 작용하여 소자의 발광 효율을 향상시킬 수 있음을 의미하는 것이며, 실제로 홀블로킹층의 역할로 인하여 동일 휘도 상에서 효율이 크게 향상됨을 알 수 있게 한다.

<53>       또한 각 실시예의 색좌표 특성을 비교한 결과 실시예 1에서 색순도가 크게 향상되었음이 판명되었다. 이는 비도핑 영역의 발광층이 홀블로킹 역할을 수행해 냄으로써 정공이 전자수송층으로의 주입이 억제되어 발광층에서 정공과 전자의 재결합 확률을 증대시켜 줌을 의미한다. 상기의 결과는 표 1에 요약되어 있다.

<54>



【표 1】

	초기전압(V)	3000cd/m <sup>2</sup> 하 전류 밀도(mA/cm <sup>2</sup> )	효율(lm/W)	색좌표(x,y)
비교예 1	6.2	60	1.94	0.18, 0.25
실시예 1	5.6	54	2.3	0.17, 0.22

<55> 위의 실험 결과에서 알 수 있듯이, 본 발명에 따르면 별도의 새로운 재료의 추가없이 발광층 재료만으로 홀블로킹 역할을 할 수 있는 층을 형성할 수 있으므로 증착 공정에서도 별도의 홀블로킹 증착공정이 필요없이 호스트와 도펀트를 동시에 증착하여 발광층을 형성한 후, 바로 호스트만을 증착하여 홀 블러킹 역할을 하는 유기층을 형성할 수 있기 때문에 소자 제조 공정이 간단해진다.

<56> 발명자체 메커니즘적 효과이외에 실제 산업현장에서는 본 발명에 의해 공정수가 단축되어 생산공정상의 수율의 증가 및 유기물 재료가 절감되어 비용 절감 등의 효과를 얻을 수 있다.

<57> 실제, 유기층의 증착공정을 살펴보면, 기판과 유기물 소스를 서로 대면하도록 위치시키고, 유기물 소스를 가열하여 유기물을 기화시키고 이것이 기판상에 증착되어 유기층을 형성하도록 한다. 그런데, 재료 종류가 다른 유기층을 추가로 증착하기 위해서는, 의도하는 유기물 소스가 담긴 용기상으로 기판이 이동하여 얼라인(align)을 하고, 가열하여 증착하는 공정을 거쳐야 한다. 따라서, 증착되어야 할 유기물 종류가 많아질수록 시간(tact time)이나 불량발생 리스크, 장치 구성의 난이도 등이 증가한다. 이는 기판을 그대로 두고 유기물 소스를 움직이도록 하는 형태의 증착 장비를 이용한다 해도 마찬가지이며, 동일한 용기에 유기물 소스를 바꾸는 경우라면 오염의 문제까지 고려해야 하므로 더욱 공정상의 문제 발생확률이 커진다. 따라서, 증착시켜야 할 유기물 재료 하나가 줄어들면서 동일한 효과를 얻을 수 있다는 것은 실제

생산공정상의 수율측면에서는 큰 잇점을 갖는 것이다. 물론, 증착시켜야 할 유기물 재료가 줄어들면서 비용상의 절감효과도 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

제 1 전극, 제 2 전극 및 그 사이에 하나 이상의 유기층으로 이루어지는 유기 전계 발광 소자에 있어서,

상기 유기층이 발광층을 포함하고,

상기 발광층은 호스트 재료와 불순물로 이루어진 도핑 영역과, 상기 도핑영역에 접하며 상기 호스트 재료만으로 형성된 비도핑 영역으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

**【청구항 2】**

제 1 항에 있어서, 도핑 영역의 발광층의 두께가 비도핑 영역의 발광층의 두께와 동일하거나 그보다 두꺼운 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

**【청구항 3】**

제 2 항에 있어서, 상기 비도핑 영역이 1~15nm의 두께로 형성되는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

**【청구항 4】**

제 1항에 있어서, 상기 도핑 영역의 발광층은 양극, 정공주입층 및 정공수송층의 어느 하나와 인접하고, 비도핑 영역의 발광층은 음극, 전자주입층 및 전자수송층의 어느 하나와 인접하는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

**【청구항 5】**

기판 위에 양극, 정공주입층 및 정공수송층을 순차적으로 형성시킨 후, 도핑 형태의 발광층을 일정 두께 형성시킨 다음 불순물(도판트)의 증착을 억제시키면서 호스트 재료 만을 이용하여 일정 두께의 비도핑 형태의 발광층을 형성시키고, 이어 그 위에 순차적으로 전자수송층, 전자주입층 및 음극을 형성시켜 제조하는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자의 제조방법.

【도면】

【도 1a】

음극	
전자주입층	
전자수송층	
유기발광층	
정공수송층	
정공주입층	
양극	
투명기판	

\_\_\_\_\_ 8  
 \_\_\_\_\_ 7  
 \_\_\_\_\_ 6  
 \_\_\_\_\_ 5  
 \_\_\_\_\_ 4  
 \_\_\_\_\_ 3  
 \_\_\_\_\_ 2  
 \_\_\_\_\_ 1

【도 1b】

음극	
전자주입층	
전자수송층	
유기발광층	
홀블로킹층	
정공수송층	
정공주입층	
양극	
투명기판	

\_\_\_\_\_ 8  
 \_\_\_\_\_ 7  
 \_\_\_\_\_ 6  
 \_\_\_\_\_ 5  
 \_\_\_\_\_ 9  
 \_\_\_\_\_ 4  
 \_\_\_\_\_ 3  
 \_\_\_\_\_ 2  
 \_\_\_\_\_ 1



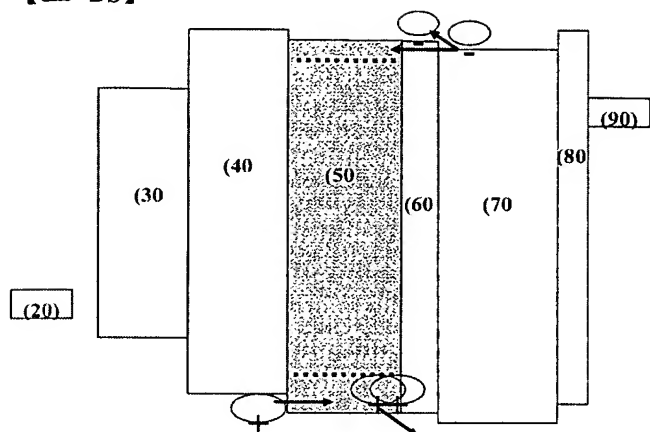
【도 1c】

음극	_____8
전자주입층	_____7
전자수송층	_____6
홀블로킹층	_____9
유기발광층	_____5
정공수송층	_____4
정공주입층	_____3
양극	_____2
투명기판	_____1

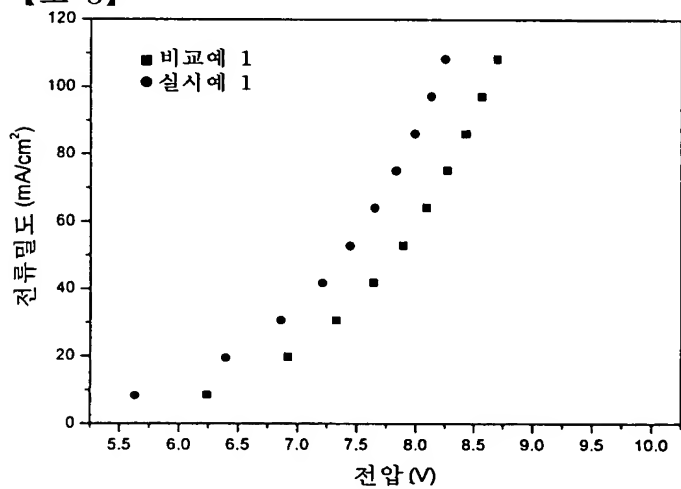
【도 2a】

음극	_____90
전자주입층	_____80
전자수송층	_____70
비도핑 발광층	_____60
도핑발광층	_____50
정공수송층	_____40
정공주입층	_____30
양극	_____20
투명기판	_____10

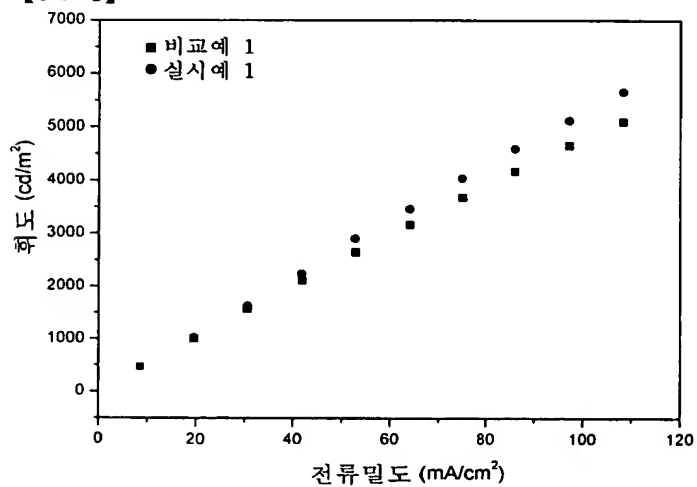
【도 2b】



【도 3】



【도 4】



【도 5】

